

55148

A-44

К. А. АКУЛОВЪ.

ИНЖЕНЕРЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ.

Штатный Преподаватель Киевскаго Политехническаго Института

ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА II.

НАБЛЮДЕНІЯ

НАДЪ РАСПОЛОЖЕНІЕМЪ СТРУЙ
ВЪ РЪЧНОМЪ ПОТОКЪ И ВЛІЯНІЕ
ИХЪ НА ПЕРЕДВИЖЕНІЕ РЪЧНЫХЪ
НАНОСОВЪ.

4675
ДОКЛАДЪ X СЪѢЗДУ РУССКИХЪ ДѢЯТЕЛЕЙ ПО ВОДЯНЫМЪ ПУТЯМЪ
(въ С.-Петербургѣ въ февралѣ 1904 г.).

СЪ ПРИЛОЖЕНІЕМЪ ТРЕХЪ ФОТОТИПІЙ.

и 4-хъ ПЛАНОВ

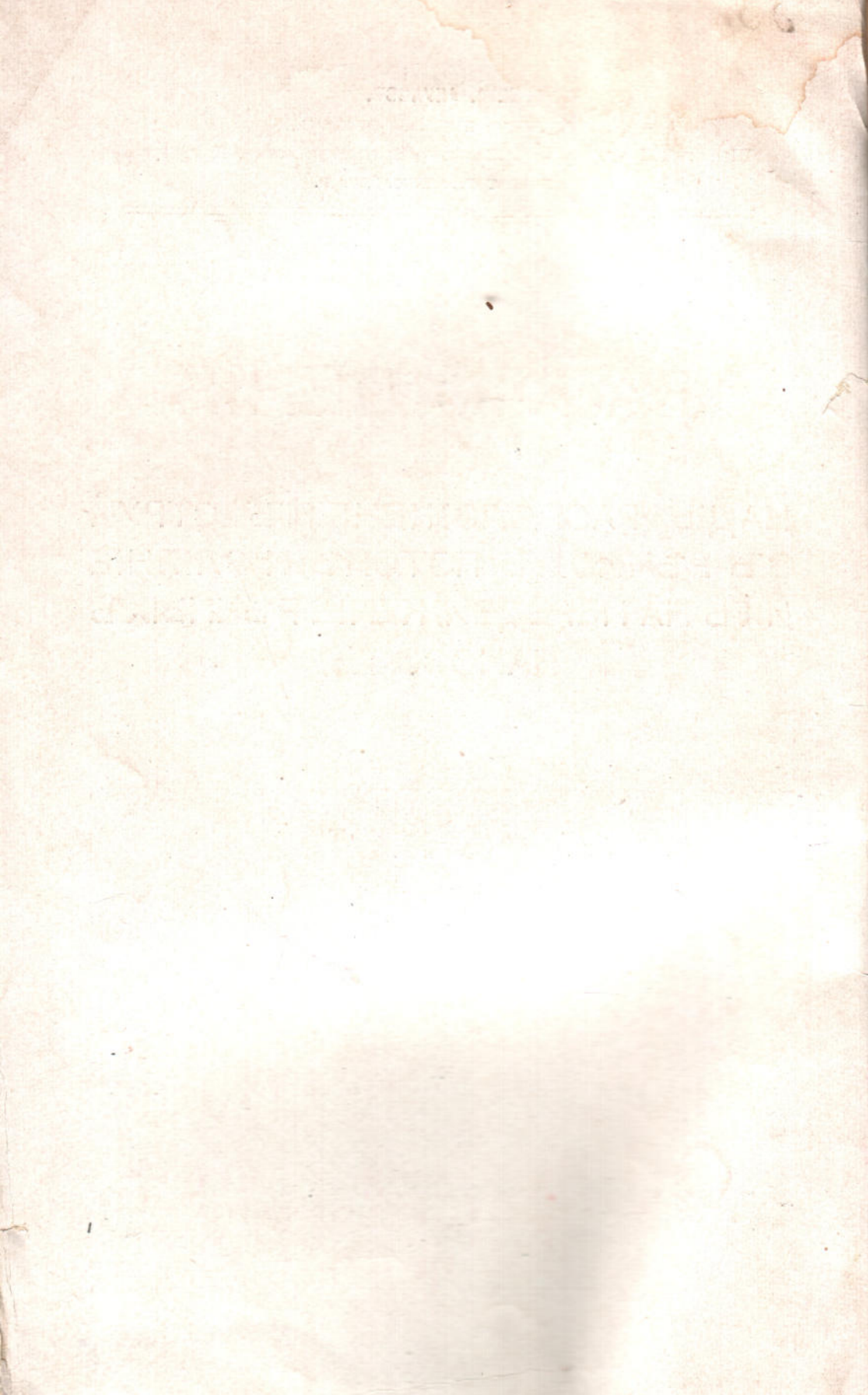


оп

КІЕВЪ.

Типографія С. В. Кульженко. Пушкинская улица, домъ № 4.
1904.





7 55. У 551 8
А-18

Н. А. АКУЛОВЪ.

ИНЖЕНЕРЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ.

Штатный Преподаватель Кіевского Политехническаго Института
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА II.

НАБЛЮДЕНІЯ

НАДЪ РАСПОЛОЖЕНІЕМЪ СТРУЙ
ВЪ РЪЧНОМЪ ПОТОКЪ И ВЛІЯНІЕ
ИХЪ НА ПЕРЕДВИЖЕНІЕ РЪЧНЫХЪ
НАНОСОВЪ.

1675 с/а
Гидрометеорологический Институтъ Кіеви

ДОКЛАДЪ X СЪѢЗДУ РУССКИХЪ ДѢЯТЕЛЕЙ ПО ВОДЯНЫМЪ ПУТЯМЪ
(въ С.-Петербургѣ въ февралѣ 1904 г.).

✓
съ ПРИЛОЖЕНІЕМЪ ТРЕХЪ ФОТОТИПІЙ.

и О КІЕВЪ.

Типографія С. В. Кульженко. Пушкинская улица, домъ № 4.
1904.

О
проверено
1906 г.

Печатано съ разрѣшенія Кіевскаго Политехническаго Института. 20 Марта 1904 г.
Директоръ Института М. Коноваловъ.

О наблюденіяхъ надъ расположеніемъ струй въ рѣчномъ потокѣ и о вліяніи ихъ на передвиженіе рѣчныхъ наносовъ.

Мм. Гг. Подводный флюгеръ системы Инженера Н. С. Лелявскаго, надѣюсь, знакомъ большинству изъ Гг. Членовъ Съѣзда, а потому я за краткостью времени, имѣющагося въ моемъ распоряженіи, не буду останавливаться на его описаніи, скажу только, что приборъ этотъ устроенъ такимъ образомъ, что самый флюгеръ устанавливается по направленію струи, проходящей черезъ разсматриваемую точку живого сѣченія рѣки, и углы, составляемые имъ съ горизонтальной и вертикальной плоскостями, нормальными къ живому сѣченію, можно прямо читать по двумъ лимбамъ, постоянно находящимся надъ поверхностью воды.

Первыя наблюденія подводнымъ флюгеромъ были произведены осенью 1893 г. около г. Екатеринослава и имѣли своей цѣлью главнымъ образомъ провѣрить ту «Теорію рѣчныхъ теченій», которая была предложена Инженеромъ Лелявскимъ для объясненія законовъ формировація русла. Докладъ, посвященный этому вопросу, былъ сдѣланъ еще зимою 1893 г. и вызвалъ тогда самый оживленный обмѣнъ мнѣній, причемъ *Съездъ призналъ весьма желательнымъ продолженіе подобныхъ же наблюденій.* Затѣмъ подобныя-же измѣренія подводнымъ флюгеромъ были произведены на р. Деснѣ въ 1894 году.

Докладъ Инженера Н. С. Лелявскаго еще бѣльшій интересъ вызвалъ на международномъ Конгрессѣ въ Гаагѣ въ 1894 г., гдѣ важность предложенной докладчикомъ теоріи была засвидѣтельствована такими авторитетами, какъ инженеры Fargue и Girardon.

Къ сожалѣнію масса служебныхъ обязанностей, связанныхъ съ управленіемъ Округомъ, поглощавшихъ почти все время Н. С. Лелявскаго, не дали ему возможности продолжать начатыя столь интересныя изслѣдованія, и они были на нѣкоторое время пріостановлены, пока въ

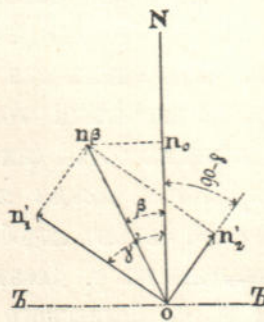
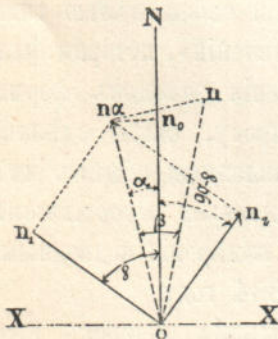
1901 г. не было устроено новое плавучее приспособление для флюгера, самый флюгер заново отремонтирован, и производство наблюдений поручено докладчику.

Но, прежде чѣмъ перейти къ цѣли своего доклада, я позволю себѣ остановиться на одномъ вопросѣ, имѣющемъ отношеніе къ моему дальнѣйшему изложенію.

Въ 1901 г. Инженеръ В. И. Чарномскій сдѣлалъ докладъ VIII-му Съѣзду рус. дѣят. по вод. путямъ на тему: «Вертушки, какъ средство для измѣренія направленія и скорости теченій съ цѣлью уясненія законовъ непараллельно-струйчатого движенія рѣчного потока и въ при-мѣненіи къ рѣшенію гидротехническихъ задачъ на большихъ рѣкахъ». Болѣе подробно предлагаемый Инженеромъ Чарномскимъ методъ разрабо-танъ въ статьѣ его, помѣщенной подъ тѣмъ-же заглавіемъ въ третьей книжкѣ Журнала Министерства П. С. за 1902 г., гдѣ онъ указываетъ на свой новый способъ, какъ на болѣе простой и дающій болѣе точ-ные результаты, чѣмъ тѣ, которые можно получить помощью подвод-наго флюгера Инженера Н. С. Лебявскаго *).

*) Методъ, предложенный Инженеромъ Чарномскимъ, заключается въ слѣдующемъ: для опредѣленія въ данной точкѣ сѣченія скорости и угла отклоненія струйчатого теченія производится измѣреніе скоростей въ произвольно взятыхъ вспомогательныхъ углахъ. Для этого достаточно въ данной точкѣ O (черт. 1) разсматриваемаго поперечнаго сѣченія избрать

Чертежъ 1.



четыре вспомогательныхъ угла, изъ которыхъ два угла γ и $90^\circ - \gamma$ взять въ горизонтальной плоскости xON вправо и влево отъ нормали ON къ данному поперечному сѣченію ox и два угла γ' и $90^\circ - \gamma'$ въ вер-тикальной плоскости zON вверхъ и внизъ отъ той-же нормали ON ; затѣмъ, по-ворачивая ось вертушки на нормали и на эти углы, не-

посредственно отсчитывать соотвѣтственные этимъ угламъ числа оборотовъ $n_0, n_1, n_2, n_1', n_2'$ вертушки (чертежъ 1).

Разъ эти величины найдены, то путемъ рѣшенія нѣкоторыхъ уравненій можно полу-чить и главныя интересующія насъ неизвѣстныя, а именно:

n —число оборотовъ по направленію струйчатого теченія, α и β —углы, составляемые теченіемъ въ плоскостяхъ горизонтальной NOx и вертикальной NOz .

n_α и n_β — проекціи отъ n на плоскости горизонтальную NOx и вертикальную NOz .

Затѣмъ по числу n оборотовъ вертушки опредѣляются по эмпирической формулѣ ско-рости V струйчатого теченія для каждой изъ избранныхъ точекъ сѣченія.

Въ данномъ вопросѣ позволю себѣ не согласиться съ мнѣніемъ Инженера Чарномскаго и вотъ по какимъ соображеніямъ.

Не вдаваясь въ критическую оцѣнку научной стороны предлагаемаго имъ новаго способа, я коснусь только практической его стороны и постараюсь показать, что результаты, даваемые приборомъ Инженера Н. С. Лелявскаго гораздо цѣннѣе въ практическомъ отношеніи получаемыхъ по способу Инженера Чарномскаго.

Въ самомъ дѣлѣ, Инженеръ Чарномскій говоритъ, что «благодаря значительной длинѣ стержня, на которомъ помѣщена съ одной стороны вертушка, а съ другой—хвостъ флюгера, углы отклоненій будутъ показывать не направленіе элементарнаго струйчатого теченія, заключающагося въ небольшомъ сѣченіи, въ которомъ можно допустить параллелизмъ движенія частицъ, но будутъ указывать направленіе равнодѣйствующей или средней изъ цѣлаго ряда струйчатыхъ теченій, заключающихся въ сѣченіи діаметромъ нѣсколько футъ, въ которомъ параллелизмъ движенія водныхъ частицъ вѣроятно не существуетъ». Прежде всего нужно замѣтить, что воображаемый Инженеромъ Чарномскимъ недостатокъ—значительная длина стержня флюгера не составляетъ коренной, т. е. неустранимой части этого прибора. Значительная длина стержню дана по основательнымъ соображеніямъ, о чемъ я скажу далѣе; но еслибы Инженеръ Чарномскій пожелалъ ее сократить, то могъ легко это сдѣлать, хотя несомнѣнно, что отъ этого весьма значительно уменьшилась бы не только точность, но и вѣрность измѣреній. Кромѣ того Инженеръ Чарномскій полагаетъ, что вслѣдствіе небольшихъ размѣровъ его вертушки (діаметръ крыльевъ не выше 4-хъ дюймовъ и длина оси 10 дюймовъ) можно полагать, что въ маломъ сѣченіи, захватывающемъ всѣ отклоненія оси вертушки, струйчатое теченіе обладаетъ параллелизмомъ движенія водныхъ частицъ, тогда какъ несомнѣнно, что наблюдаемая Инженеромъ Чарномскимъ струйки, еще очень далеки, или точнѣе сказать бесконечно далеки отъ элементарныхъ или бесконечно-малыхъ струекъ, какъ и струи, измѣряемая длиннымъ флюгеромъ: какъ въ томъ, такъ и въ другомъ случаѣ имѣемъ дѣло съ равнодѣйствующими конечной величины. Принимая во вниманіе, что параллелизмъ струй текущей воды въ природѣ нигдѣ и никогда не существуетъ, есть полное основаніе утверждать, что этотъ законъ непараллельности струй имѣетъ мѣсто и въ бесконечно-маломъ элементѣ движущейся жидкости. Но по отношенію къ конечнымъ струямъ,

съ практической точки зрѣнія гидротехника, изслѣдованіе ихъ на короткомъ протяженіи должно представлять меньшую цѣнность, потому что всѣ случайныя побочныя явленія при этомъ имѣютъ большое значеніе, нарушая точность и даже вѣрность наблюденій, подобно тому какъ при маломъ масштабѣ чертежъ допускаетъ возможность невѣрныхъ заключеній, тогда какъ большой масштабъ даетъ возможность замѣтить массу неправильностей и дефектовъ въ изображеніи.

Слѣдуетъ обратить вниманіе еще на то обстоятельство, что сама вертушка вмѣстѣ съ чечевицей и металлической штангой представляетъ собой значительное сопротивленіе свободному движенію воды, причемъ вслѣдствіе вращенія ея крыльцевъ около ея оси появляются кромѣ того различныя вращательныя движенія въ жидкости, не имѣющія ничего общаго съ свободнымъ направленіемъ струи въ наблюдаемомъ мѣстѣ сѣченія, въ результатѣ чего и наблюденныя направленія и величина скоростей далеко не соотвѣтствуютъ дѣйствительнымъ. Чтобы устранить это неудобство, во флюгерѣ Инженера Н. С. Лелявскаго вертушка помѣщена отдѣльно отъ хвоста, устанавливающагося свободно по направленію равнодѣйствующей струи, въ способѣ же Инженера Чарномскаго мы не видимъ даже и попытки устранить указанное выше весьма нежелательное вліяніе самага прибора на движеніе воды.

Кромѣ того, по моему мнѣнію способъ построенія равнодѣйствующей по составляющимъ въ разсматриваемомъ случаѣ мало примѣнимъ, такъ какъ мы имѣемъ дѣло не съ дѣйствительными составляющими скоростями, а только съ приближенными, и само собой разумѣется, что при подобныхъ графическихъ построеніяхъ сравнительно небольшія даже отклоненія отъ дѣйствительности какъ въ длинахъ, такъ и въ направленіяхъ составляющихъ, могутъ дать въ общемъ довольно значительное отклоненіе отъ дѣйствительности какъ въ величинѣ, такъ главное въ направленіи равнодѣйствующей. Не буду уже говорить о томъ, что самое полученіе направленій и величинъ скоростей путемъ графическихъ построеній и расчетовъ является гораздо болѣе сложнымъ дѣломъ, чѣмъ простое чтеніе угловъ по лимбамъ и полученіе непосредственныхъ величинъ скоростей.

Считаю нужнымъ объяснить Вамъ, Милостивые государи, почему я нѣсколько долѣе, чѣмъ слѣдовало, остановился на способѣ измѣренія струй, рекомендуемомъ Инженеромъ Чарномскимъ.

Приступая къ изысканіямъ, я могъ-бы избрать тотъ или другой способъ для этого и, если я остановился на избранномъ мною, то причину этого составляла ясность и непосредственность выводовъ и гарантія вѣрности наблюдений. Описывая свои изслѣдованія и работы, я не коснулся бы способа Инженера Чарномскаго, еслибы въ вышеуказанныхъ печатныхъ трудахъ онъ не счелъ для себя возможнымъ, рекомендуя свой методъ, привести воображаемыя имъ недостатки другого способа, именно того способа, который мною принятъ для изслѣдованій и оказался вполне примѣнимымъ. Тѣмъ не менѣе я не хотѣлъ и не хочу высказать пожеланія относительно непріемлемости способа Инженера Чарномскаго. Какой-бы способъ ни былъ примѣняемъ къ измѣренію струй, разъ будетъ доказана хотя-бы и небольшая пригодность его для этой цѣли, наблюденія имъ я считаю весьма желательными и цѣнными.

Не останавливаясь болѣе на этомъ вопросѣ, перейду къ изложенію сути своего доклада, а именно къ указанію тѣхъ практическихъ цѣлей, для которыхъ намъ удалось уже примѣнять и главное для которыхъ въ будущемъ могутъ служить наблюденія надъ расположеніемъ рѣчныхъ струй. Какъ производитель землечерпательныхъ работъ, я, естественно, прежде всего постараюсь показать, для какой важной роли предназначены эти наблюденія въ дѣлѣ землечерпанія.

Въ самомъ дѣлѣ, какъ на одинъ изъ главныхъ недостатковъ землечерпанія указываютъ на то обстоятельство, что результаты его неустойчивы, другими словами, что прорѣзь, сдѣланная въ песчаномъ руслѣ или вообще въ руслѣ, легко поддающемся размыву, въ большинствѣ случаевъ черезъ нѣкоторый бѣльшій или меньшій промежутокъ времени заносится пескомъ, причѣмъ, какъ показала практика, происходитъ это по бѣльшей части послѣ прохода весеннихъ водъ.

Объясняется это явленіе, конечно, довольно просто въ тѣхъ случаяхъ, когда направленіе прорѣзи не совпадаетъ съ направленіемъ весеннихъ водъ, хотя были примѣры и въ моей практикѣ, когда прорѣзь сохранялась, конечно, не въ буквальномъ смыслѣ слова, такъ какъ она мѣняла нѣсколько свое направленіе и глубины, несмотря на то, что направленіе весеннихъ водъ составляетъ почти прямой уголъ съ направленіемъ прорѣзи, какъ это имѣло мѣсто при прорытіи сухой косы около Чертороя верстахъ въ 3—4 выше Кіева въ 1901—1902 гг.

По всей вѣроятности въ этомъ случаѣ оказывала сильное вліяніе Черторойская запруда, которая преграждаетъ свободное направленіе нижнимъ слоямъ весенняго потока, отклоняетъ ихъ въ сторону меженного русла и такимъ образомъ сохраняетъ его отъ сплошныхъ заносовъ даже при высокой водѣ, когда главный сбой ея идетъ въ боковой рукавъ.

Несмотря на то, что какъ моя личная практика на р. Диѣпрѣ, такъ и практика на другихъ рѣкахъ показала, что прорѣзи нерѣдко сохраняются и по нѣсколько лѣтъ, тѣмъ не менѣе на такіе случаи нужно смотрѣть какъ на рѣдкія исключенія изъ общаго правила, да кромѣ того, по моему мнѣнію, и несправедливо предъявлять такія требованія къ такому сравнительно дешевому способу, какъ землечерпаніе, а важно поставить другое болѣе снисходительное и справедливое условіе, чтобы прорѣзь сохранялась до конца навигаціи, другими словами, чтобы не приходилось въ одномъ и томъ-же мѣстѣ работать нѣсколько разъ въ одну и ту-же навигацію, что нерѣдко бываетъ на практикѣ.

Что это практически осуществимо, я могу судить хотя-бы на основаніи примѣровъ изъ своей личной практики на Диѣпрѣ, сравнительно при неблагопріятныхъ условіяхъ, гдѣ изъ 12 прорѣзей, произведенныхъ въ теченіе 4-хъ навигацій, только одна не сохранилась, но она была сдѣлана при исключительныхъ условіяхъ съ цѣлью спрyamить судовый ходъ и, строго говоря, въ виду своей незначительности по объему вынутого грунта, была сдѣлана на удачу.

Съ теоретической точки зрѣнія указанное выше требованіе также осуществимо, потому что обыкновенно землечерпательныя работы начинаются при средне-низкомъ горизонтѣ, такъ что до конца навигаціи колебанія горизонта воды происходятъ очень въ небольшихъ предѣлахъ и притомъ очень медленно, иногда, на примѣръ на Диѣпрѣ, даже въ теченіе цѣлаго мѣсяца вода стоитъ почти на одной высотѣ, слѣдовательно очень мало измѣняется и режимъ рѣки.

Поэтому, если прорѣзь взята удачно по направленію, т. е. вполне согласно съ меженнымъ теченіемъ, то и нѣтъ основанія ей заноситься, а по большей части она даже разрабатывается въ ширину.

Я сказалъ, что прорѣзь можетъ быть взята «удачно» по направленію. Вотъ эту-то удачу въ назначеніи прорѣзи, мнѣ кажется, можно

сдѣлать постоянною, если отнести къ этому вопросу серьезнѣе и прибѣгнуть къ помощи подводнаго флюгера.

Безусловно, что, если поправки, пускаемые передъ назначеніемъ прорѣзи, оказывали громадную пользу и давали цѣнные указанія относительно того, куда главнымъ образомъ направляется теченіе, что по одному плану переката довольно трудно опредѣлить, то полная картина расположенія струй въ живомъ сѣченіи рѣки въ концѣ вышележащаго плеса и на самомъ перекатѣ, какъ мнѣ по крайней мѣрѣ кажется, и какъ я испыталъ уже на практикѣ, дать возможность почти безошибочно назначать направленіе прорѣзи.

Отсюда вытекаетъ первое практическое примѣненіе флюгера: передъ приступомъ къ землечерпательнымъ работамъ произвести наблюденія надъ расположеніемъ рѣчныхъ струй въ живомъ сѣченіи рѣки непосредственно выше предполагаемой прорѣзи въ нижней оконечности вышележащаго плеса, приблизительно посрединѣ ея, считая по продольной оси, и непосредственно ниже прорѣзи и уже на основаніи полученныхъ данныхъ назначать направленіе прорѣзи. 1

Въ связи съ этимъ вопросомъ находится и другой, не менѣе интересный, а именно вопросъ о томъ, какія измѣненія вносить въ режимъ рѣки сдѣланная прорѣзь.

Для разрѣшенія его необходимо, чтобы при производствѣ наблюдений не ограничивались тѣми тремя живыми сѣченіями, о которыхъ я говорилъ выше, но присоединили къ нимъ еще два другихъ—одно, расположенное выше прорѣзи на значительномъ разстояніи, зависящемъ, конечно, отъ ея размѣровъ, а другое—на нѣкоторомъ разстояніи ниже прорѣзи, причемъ наблюденія слѣдуетъ повторить въ тѣхъ-же точкахъ тѣхъ-же живыхъ сѣченій спустя нѣкоторое время по окончаніи прорѣзи, когда она, такъ сказать, уже проявитъ свою силу, свое дѣйствіе.

Путемъ такихъ послѣдовательныхъ наблюдений можно получить отвѣты на многіе интересные вопросы, какъ-то, о привлеченіи струй прорѣзью, о предѣлѣ дѣйствія или распространенія вліянія прорѣзи, то есть, на какомъ разстояніи вверхъ по теченію и по ширинѣ рѣки прорѣзь оказываетъ свое дѣйствіе, а также какія явленія происходятъ ниже открытой прорѣзи, т. е. производитъ-ли она сбойное сходящееся теченіе, и, если произвести, то какъ далеко оно сохраняется. 2, 3

Еслибы всѣ эти пока темные вопросы освѣтить надлежащимъ образомъ путемъ указанныхъ выше наблюдений, то землечерпаніе стало-

бы на твердую почву, т. е. мы заранее знали-бы, чего мы можем ожидать от той или другой прорѣзи въ смыслѣ улучшенія режима рѣки на углубляемомъ перекатѣ.

Занимаясь въ настоящее время разработкою указанныхъ выше вопросовъ, я на основаніи полученнаго мною матеріала, пришелъ уже къ нѣкоторымъ практическимъ выводамъ, справедливость которыхъ имѣю въ виду провѣрять дальнѣйшими наблюденіями.

Первымъ практическимъ выводомъ, къ которому я пришелъ, является убѣжденіе въ неправильности весьма часто практикующагося приѣма назначать на перекатахъ прорѣзы нормально къ свалю, т. е. гребню подводной косы.

Въ самомъ дѣлѣ, мы знаемъ, что фарватеръ никогда, кромѣ исключительныхъ случаевъ, не заносится путемъ непосредственного отложения на немъ влекомыхъ рѣкою наносовъ, а, если и мелѣетъ, то вслѣдствіе того, что вышележащая коса, постепенно спускаясь, наконецъ пересекаетъ фарватеръ, и получается перекатъ. При этомъ сбойное теченіе, имѣющее мѣсто въ вышележащемъ плесѣ, подходя къ перекату, не встрѣчаетъ себѣ свободного выхода, сходящееся теченіе или сбой воды постепенно прекращается, и на смѣну его приподнимается на поверхность воды донное теченіе, порывистое, расходящееся вѣерообразно.

Такъ какъ песчанья косы образуются и растутъ путемъ накачивания и набрасыванья на нихъ все новыхъ и новыхъ частицъ песку доннымъ теченьемъ, и такъ какъ это накачиванье происходитъ самымъ энергичнымъ образомъ въ направленіи приблизительно нормальному къ свалю, то становится очевиднымъ, что вырытый въ этомъ направленіи каналъ будетъ привлекать къ себѣ наносы, и устье его сдѣлается складочнымъ мѣстомъ для влекомыхъ въ большомъ количествѣ наносовъ, которые быстро закроютъ его выходъ, послѣ чего онъ совершенно замелѣетъ.

Существующее мнѣніе, что на перекатахъ вода переливается нормально къ свалю, приближается къ истинѣ только при самомъ низкомъ горизонтѣ. Въ дѣйствительности, наблюденія надъ расположеніемъ струй на свальяхъ показываютъ, что нижнія изъ нихъ имѣютъ направленіе близкое къ нормальному къ свалю, направленіе-же вышележащихъ струй постепенно уклоняется по мѣрѣ удаленія ихъ отъ рѣчного дна въ сторону общаго направленія потока.

Нѣтъ основанія при назначеніи прорѣзей стараться о совпаденіи ихъ съ существующимъ очень часто случайнымъ и почти всегда весьма извилистымъ и неправильнымъ теченіемъ на перекатѣ, а гораздо важнѣе стараться вывести сбойное сходящееся теченіе вышележащаго плеса въ нижележащій, не допуская возможности прекращенія сбоя, т. е. значительнаго израсходованія накопленной ранѣ живой силы потока, при переходѣ черезъ перекатъ.

Зная расположеніе струй въ сѣченіяхъ, взятыхъ въ оконечности вышележащаго и началѣ нижележащаго плесовъ, мы можемъ назначить вполнѣ правильно прорѣзь, т. е., чтобы она составляла какъ-бы продолженіе направленія сбойнаго теченія вышележащаго плеса и была круто подведена къ теченію нижележащаго плеса для образованія новаго сбоя.

Отсюда вытекаютъ сразу четыре практическихъ требованія: одно—криволинейность прорѣзи (для сохраненія сбоя воды), другое—недопустимость въ каждой отдѣльной прорѣзи перегиба, т. е. кривыхъ частей, обращенныхъ въ обратныя стороны, третье—необходимость въ верховой части прорѣзи дѣлать уширеніе въ видѣ воронки, чтобы захватить бѣльшую часть сбойнаго теченія, причѣмъ очевидно, что видъ этой воронки зависитъ главнымъ образомъ отъ угловъ сходимости струй въ нижней оконечности вышележащаго плеса и, наконецъ, четвертое—для той-же цѣли глубину прорѣзи у начала воронки слѣдуетъ дѣлать по возможности одинаковой съ глубиною плеса на фарватерѣ, чтобы сбойное теченіе, спускающееся внизъ и какъ-бы напущенное рѣчное дно, не преграждалось сразу и не было обращено въ донное, поднимающееся прыжками кверху.

Интересно здѣсь сравнить механическій процессъ дѣйствія прорѣзи на рѣчное русло съ таковымъ-же дѣйствіемъ выправительныхъ сооружений. Послѣднія, направляя струи, создаютъ сходимость ихъ и искусственно сбойное теченіе, тогда какъ прорѣзь имѣетъ своимъ назначеніемъ сохранить существующее сбойное теченіе на переходѣ его отъ одной до другой вогнутости русла.

Таковыми представляются по изученію расположенія рѣчныхъ струй механизмы воздѣйствія двухъ способовъ углубленія рѣчного дна—выправленія и землечерпанія.

Еще болѣе трудно выбрать направленіе прорѣзи, когда она дѣлается въ сухой косѣ съ цѣлью спрямленія или отклоненія фарватера

съ какой либо спеціальной цѣлью. Въ этомъ случаѣ особенно важно знать расположеніе струй въ сѣченіяхъ выше и ниже проектируемой прорѣзи, чтобы во первыхъ вода правильно вошла въ каналъ, и чтобы въ нижней части его не происходило обмелѣнія вслѣдствіе растеканія струй.

Примѣръ такой прорѣзи я имѣю въ своей практикѣ, и она изслѣдуется мною уже третью навигацію, но ввиду того, что наблюденія надъ нею еще не закончены и сами могутъ современемъ послужить темой для цѣлаго сообщенія, я останавливаться на ея описаніи теперь не буду, скажу только, что при такихъ наблюденіяхъ возникаютъ постепенно еще и другіе интересные вопросы, на примѣръ, о поперечномъ сѣченіи прорѣзи. Опытъ показалъ, что при удачномъ направленіи прорѣзи, она довольно быстро разрабатывается самимъ теченіемъ, но только по большей части въ ширину и лишь въ исключительныхъ случаяхъ и въ глубину. Объясняется это, по моему мнѣнію, очень просто тѣмъ обстоятельствомъ, что въ прорѣзь постепенно устремляется все сбойное сходящееся теченіе, которое на подобіе клина раздвигаетъ стѣнки канала; отсюда, мнѣ кажется, слѣдуетъ, что въ расчетъ на работу самого потока можно дѣлать прорѣзь глубже по срединѣ, чѣмъ по бокамъ, т. е., дѣлать дно ея не горизонтальнымъ, а въ формѣ треугольника или вѣриѣ въ формѣ трапеціи.

Если наблюденія надъ расположеніемъ рѣчныхъ струй являются столь важными при производствѣ землечерпательныхъ работъ, то насколько не менѣе, а на мой взглядъ еще болѣе велико ихъ значеніе при производствѣ выправительныхъ работъ.

Въ самомъ дѣлѣ, въ случаѣ неудачнаго направленія прорѣзи въ худшемъ случаѣ она будетъ занесена, и рѣка вернется на данномъ перекатѣ къ своему прежнему состоянію, между тѣмъ какъ при неудачномъ или вѣриѣ неправильномъ расположеніи выправительныхъ сооружений нельзя даже вернуться и къ прежнему состоянію и, какъ показала практика, на нѣкоторыхъ изъ такихъ перекатовъ не можетъ быть съ достаточной надежностью примѣнено и землечерпаніе, которое при свободномъ состояніи переката, быть можетъ, дало-бы болѣе благопріятные и устойчивые результаты, а потому при возведеніи выправительныхъ сооружений, болѣе или менѣе серьезныхъ, имѣть полную картину расположенія струй по всему участку, подлежащему углуб-

ленію, а также нѣсколько выше и ниже его по теченію является не только желательнымъ, но пожалуй прямо необходимымъ.

Мнѣ могутъ возразить, что и безъ этихъ наблюденій возводились-же и возводятся не мало выправительныхъ сооружений съ довольно хорошими результатами, но я думаю, что никто не будетъ оспаривать, какъ много нужно опыта и тщательнаго изученія режима рѣки въ мѣстѣ, подлежащемъ выправленію, чтобы хорошо спроектировать размѣщеніе сооружений; наконецъ ни одно изъ выполненныхъ выправленій не считается и даже не можетъ считаться вполне удовлетворительнымъ въ смыслѣ достигнутыхъ улучшеній судоходныхъ условий, т. е. по глубинѣ, ширинѣ, плавности русла, скорости теченія и т. п., такъ какъ нельзя утверждать, что при иномъ расположеніи сооружений, при другой высотѣ ихъ или типѣ, они не дали бы лучшихъ, болѣе совершенныхъ и прочныхъ результатовъ, скорѣйшаго образованія натуральныхъ береговъ, меньшей повреждаемости сооружений и т. п.

Я не оспариваю, что есть среди инженеровъ-гидротехниковъ единицы, которыя уже настолько изучили характеръ рѣчныхъ теченій, что, быть можетъ, изъ одного разсмотрѣнія плановъ рѣки рисуютъ себѣ нѣкоторую картину ея режима, но во всякомъ случаѣ картину далеко неполную, вполне субъективную, а потому во многихъ отношеніяхъ и ошибочную. Такъ что мнѣ кажется, что указанія флюгера, наглядно выраженные на чертежѣ или модели, въ значительной мѣрѣ могутъ восполнить и недостатокъ нашихъ познаній въ динамикѣ жидкостей и недостатокъ опыта, который часто влечетъ за собой печальныя послѣдствія.

Наконецъ, что еще важнѣе, подобныя наблюденія и измѣренія могутъ поставить рѣчную гидротехнику на степень если не науки, то хотя искусства, каковымъ въ настоящее время нельзя назвать эту отрасль инженерныхъ знаній вслѣдствіе почти полнаго отсутствія какихъ либо строго опредѣленныхъ руководящихъ началъ.

Не менѣе важную услугу могутъ оказать наблюденія флюгеромъ на такихъ перекатахъ, на которыхъ выправительныя работы не дали желательныхъ результатовъ въ смыслѣ углубленія судового хода или какихъ либо специальныхъ заданій, какъ напримѣръ, обезпеченія отъ заносовъ пристаней, водопроводныхъ сосуновъ и проч.

Каждый инженеръ-гидротехникъ сознается, какъ трудно бываетъ иногда отыскать, въ чемъ собственно сдѣлана ошибка при проектиро-

ваніи выправительныхъ сооружений, въ недостаточномъ-ли ихъ количествѣ, или въ неправильномъ ихъ размѣщеніи, или въ недостаточности протяженія назначеннаго для выправленія участка. И въ этомъ случаѣ полная картина расположенія струй въ цѣломъ рядѣ послѣдовательныхъ сѣченій на разсматриваемомъ перекагѣ должна дать весьма цѣнныя указанія.

Я думаю, что никто не будетъ оспаривать важности и интереса тѣхъ наблюдений, о которыхъ я говорилъ выше, и съ моей стороны излишне это доказывать, такъ какъ это было признано почти единогласно Съѣздами Инженеровъ-гидротехниковъ въ 1893 и 1894 г., а потому цѣль моего доклада заключается главнымъ образомъ въ томъ, чтобы привлечь къ изслѣдованію памѣченныхъ вопросовъ возможно большее число инженеровъ, что дастъ возможность накопить больше матеріала и скорѣе получить практическіе выводы.

Въ заключеніе сообщу вкратцѣ о произведенныхъ мною наблюденьяхъ на Днѣпрѣ въ навигаціи 1902—1903 г. Собственно говоря, наблюденья начаты мною еще въ 1901 году, но ввиду ихъ кратко временности и малаго знакомства команды на флюгерѣ съ самымъ производствомъ наблюдений, они носили болѣе пробный, чѣмъ практическій характеръ.

Навигаціи 1902 и 1903 г. были крайне благопріятны для судоходства, но весьма неблагопріятны для производства наблюдений на перекатахъ, такъ какъ, строго говоря, настоящаго мелководья не было.

Ввиду послѣдняго обстоятельства мнѣ не удалось при производствѣ землечерпательныхъ работъ примѣнить вполнѣ ту программу наблюдений, о которой я говорилъ выше, а потому въ тѣ промежутки времени, когда флюгеръ не былъ занятъ для землечерпательныхъ цѣлей, я производилъ наблюденья надъ расположеніемъ рѣчныхъ струй въ районѣ выправительныхъ сооружений, причемъ результаты этихъ наблюдений для большей наглядности изобразилъ въ видѣ моделей.

Для своихъ наблюдений я избралъ наиболѣе интересный участокъ Рудяково-Стайковского переката, который еще не такъ давно (всего четыре года тому назадъ) представлялъ наиболѣе затруднительный для судоходства пунктъ на среднемъ Днѣпрѣ, а теперь благодаря произведеннымъ здѣсь землечерпательнымъ и выправительнымъ работамъ онъ не представляетъ особыхъ затрудненій даже при весьма низкомъ

горизонтъ воды, какой, напимѣрь, имѣлъ мѣсто въ навигаціи 1900 и 1901 г.

Въ 1901 году я имѣлъ честь докладывать VIII-му Съѣзду Рус. Дѣят. по вод. пут. объ исторіи этого переката и о мѣрахъ, предпринятыхъ Правленіемъ Кіевского Округа П. С. для его улучшенія, причемъ я обращалъ тогда вниманіе Гг. Членовъ Съѣзда на то обстоятельство, что при улучшеніи этого весьма серьезнаго переката впервые былъ примѣненъ способъ предварительнаго отысканія трассы путемъ землечерпанія и закрѣпленія выправительными сооруженіями послѣдней по направленію той прорѣзи, которая благополучно выдержала двѣ навигаціи.

Малая модель соотвѣтствуетъ наблюденіямъ 1902 г., а большая — наблюденіямъ 1903 г., причемъ послѣдняя, заключаая въ себѣ участокъ, изображенный на малой модели, захватываетъ еще сосѣдній участокъ рѣки, чтобы показать дѣйствіе вновь возведенныхъ двухъ полузапрудъ, выступающихъ отъ праваго берега и землечерпательной прорѣзи, произведенной до возведенія нижней по теченію полузапруды, расположенной у праваго берега.

При разсмотрѣніи большой модели прошу васъ, Милостивые Государи, обратить вниманіе на отмѣченную желтой краской прорѣзь, которая была сдѣлана до возведенія нижней полузапруды, преграждающей прежнее главное русло. Конечно, она исполнила свою задачу — дала новый ходъ для судовъ, но нельзя сказать, чтобы она значительно улучшила режимъ рѣки въ данномъ мѣстѣ, въ смыслъ образованія сбойнаго теченія и углубленія русла.

Причина этого явленія заключается по моему мнѣнію въ томъ, что прорѣзи дано не то направленіе, которое слѣдовало-бы ей дать, исходя изъ предложеннаго мною практическаго правила, въ которомъ я рекомендовалъ, принявши главный сбой вышележащаго плеса, довести его до нижележащаго плеса *безъ перегиба*, а здѣсь, какъ Вы видите, прорѣзи дана кривизна какъ разъ въ обратную сторону, т. е. при началѣ прорѣзи сдѣланъ перегибъ.

Краснымъ цвѣтомъ намѣчено то направленіе, которое по моему мнѣнію въ данномъ случаѣ было-бы правильнымъ.

Переходя выше по теченію, мы видимъ, что у струенаправляющей плотины имѣется чрезмѣрное стѣсненіе русла, которое отзывается

крайне пагубно на самой плотинѣ, производя частые ея прорывы. Для ослабленія этого нежелательнаго явленія я считаю необходимымъ сдѣлать другую прорѣзь, имѣющую своей цѣлью уже нѣкоторое ослабленіе сбоя и увеличеніе площади живого сѣченія. Прорѣзь эту я думаю сдѣлать въ видѣ канала сквозь сухую косу праваго берега приблизительно по направленію, намѣченному черной пунктирной линіей, въ расчетѣ, что теченіе само снесетъ оставшійся осередокъ.

Что мои расчеты не гадательны и основаны на положительныхъ данныхъ, это будетъ очевидно, если я укажу Вамъ, Милостивые Государи, на примѣръ прорѣзи въ Черторойской косѣ, которая по своему характеру совершенно аналогична съ проектируемою мною.

Какъ видно изъ сравнительныхъ плановъ, результаты ея превзошли самыя смѣлыя ожиданія. (См. прил. планы).

Такимъ образомъ Вы наглядно на этой модели можете усмотрѣть примѣненіе землечерпанія для трехъ различныхъ цѣлей: 1^о.— для непосредственнаго углубленія перебата, 2^о.— для устройства временнаго хода, когда главный ходъ преграждается новыми выправительными сооружениями и 3^о.— для ослабленія чрезмѣрнаго подпора, которому нерѣдко подвергаются выправительныя сооружения, какъ это имѣло мѣсто, на примѣръ, у Чертороя или на настоящемъ участкѣ, изображенномъ на модели.

Инженеръ **Б. А. Акуловъ.**

Поясненія къ чертежамъ и фототипіямъ.

1. *Фототипія большой и малой модели.* — Наблюдения надъ расположеніемъ рѣчныхъ струй произведены были въ 1902 г. въ 7 профиляхъ (отъ пик. $\frac{0}{3}$ до пик. $\frac{0}{9}$), а въ 1903 г. въ 20 профиляхъ (отъ $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{0}$), причемъ по ширинѣ рѣки точки были взяты на разстояніи 10 саж. одна отъ другой, а отъ поверхности до дна на каждой вертикали черезъ $\frac{1}{2}$ аршина; такимъ образомъ участокъ рѣки отъ пик. $\frac{0}{3}$ до пик. $\frac{0}{9}$ имѣется на обѣихъ моделяхъ, что даетъ возможность совершенно отчетливо усмотрѣть происшедшія перемѣны какъ въ расположеніи струй, такъ и въ формѣ рѣчного русла. Стрѣлки, укрѣпленныя въ стеклянныхъ профиляхъ модели, соотвѣтствуютъ по величинѣ и направленію наблюденнымъ въ этихъ точкахъ скоростямъ. Обозначенія въ видѣ секторовъ, которые видны около головъ полузапрудъ и позади ихъ, указываютъ крайнія отклоненія флюгера, который здѣсь не стоитъ на одномъ направленіи, а попеременно перемѣщается то въ одну, то въ другую сторону. Масштабъ малой модели почти въ четыре раза болѣе масштаба большой модели.

2. *Фототипія, изображающая флюгеръ въ работѣ.* — На фототипіи изображенъ какъ разъ участокъ р. Днѣпра, соотвѣтствующій почти полностью малой модели. У лѣваго берега виднѣется надъ водою полузапруда и рядъ вѣхъ, соотвѣтствующій профилю $\frac{0}{9}$. Сильный сбой, который изображенъ на модели у праваго берега, видѣнъ рельефно и здѣсь: видны водовороты и даже пѣна на гребняхъ сталкивающихся здѣсь потоковъ.

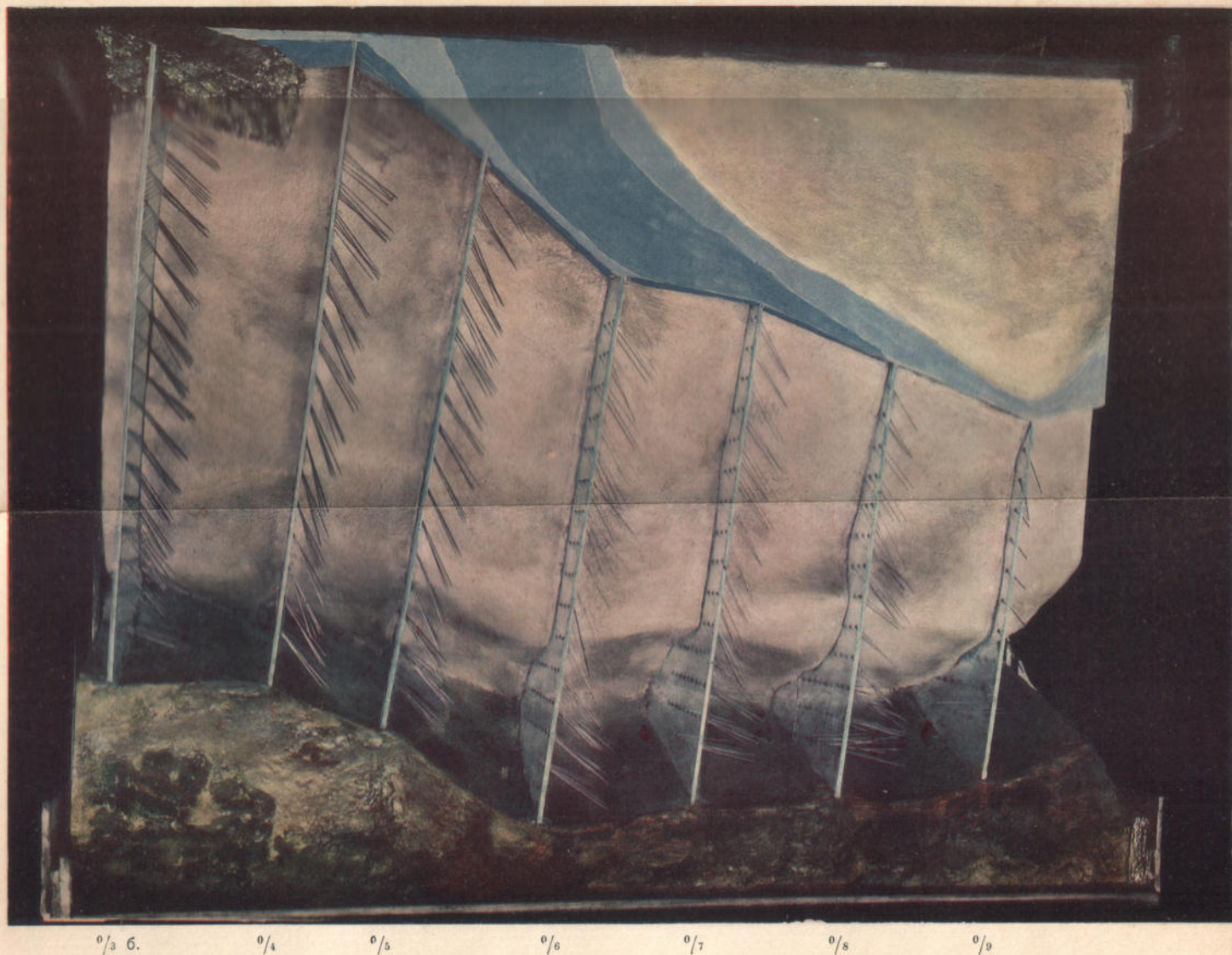
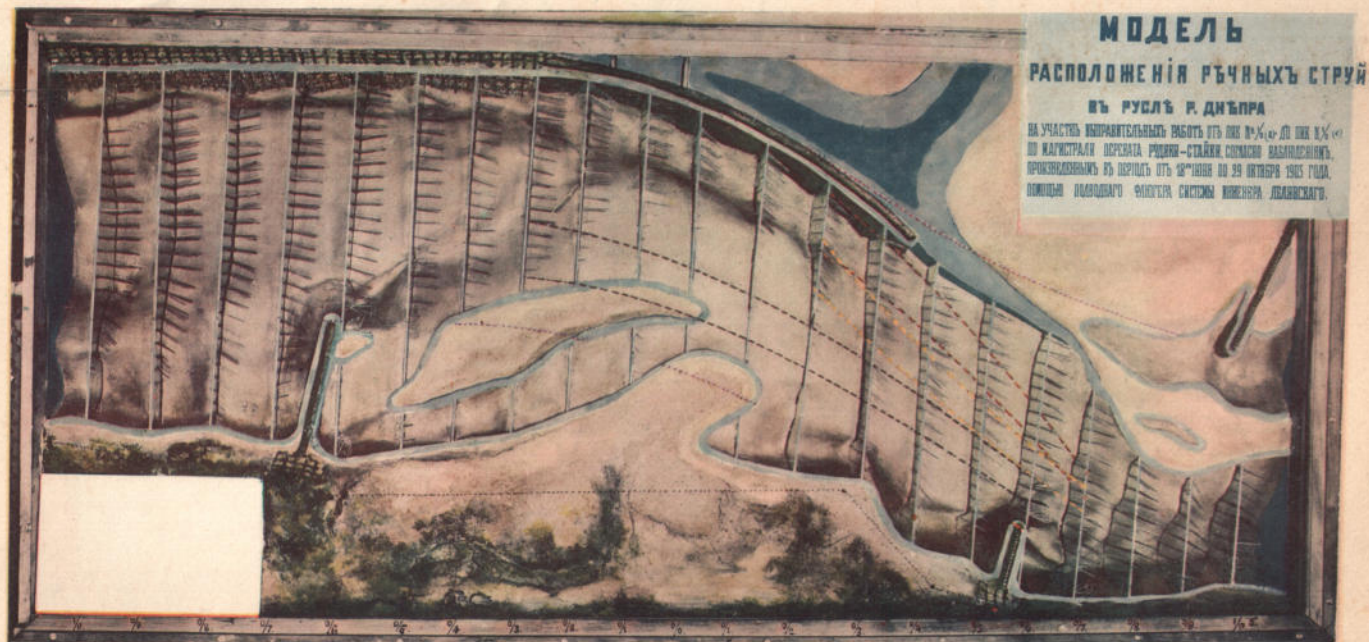
3. *Планы участка р. Днѣпра у Чертороя.* — Еще въ навигацію 1901 года непосредственно ниже Черторойской запруды сухая подводная коса у праваго берега настолько выдвинулась въ рѣку, что совсѣмъ стѣснила живое сѣченіе рѣки, результатомъ чего послѣдовало

увеличеніе средней скорости въ этомъ мѣстѣ, затруднявшее движеніе судовъ, а также подмывъ лѣваго берега и расположенныхъ у него выправительныхъ сооружений. Ввиду этого, осенью того-же года Начальникомъ Кіевского Округа П. С. было отдано распоряженіе о прорытіи землечерпательной прорѣзи черезъ сухую косу, какъ для увеличенія площади живого сѣченія, такъ и для ослабленія чрезмѣрнаго сбоя и подпора у лѣваго берега. Прорѣзь эта была закончена 15 ноября того-же года, причѣмъ благопріятныя ея послѣдствія не заставили себя долго ждать, и уже черезъ какихъ нибудь двѣ недѣли прорѣзь не только была разработана самимъ теченіемъ, но даже соединилась съ главнымъ русломъ, причѣмъ отдѣлявшая ее отъ русла сухая коса была совершенно снесена. Такимъ образомъ получилось одно широкое русло съ болѣе умѣренными скоростями, и около Черторойской запруды постепенно стали складываться наносы.

Несмотря на довольно неблагоприятное стояніе воды въ 1902 г. и 1903 г.: сдѣланная прорѣзь, или вѣрнѣе ея результаты, сохранилась и по настоящее время, но подъ вліяніемъ довольно крутого угла, образуемаго правымъ берегомъ, нѣсколько ниже сдѣланной прорѣзи уже въ іюнѣ 1902 г. стало обнаруживаться образованіе подводной косы у того-же праваго берега, отбивавшей теченіе къ лѣвому берегу опять таки къ выправительнымъ сооружениямъ (не къ тѣмъ, о которыхъ рѣчь шла выше, а къ расположеннымъ ниже по теченію). Во избѣжаніе подмыва ихъ въ іюлѣ мѣсяцѣ 1902 г. была сдѣлана небольшая прорѣзь въ означенной подводной косѣ для отвлеченія теченія отъ лѣваго берега. Насколько эта прорѣзь выполнила свою задачу, это видно изъ плана, снятаго въ концѣ ноября 1902 г.

Планъ прорѣзи въ подводной косѣ, снятый въ концѣ ноября 1902 г. (см. приложение № 1).

Въ планѣ прорѣзи въ подводной косѣ, снятой въ концѣ ноября 1902 г., видно, что прорѣзь была сдѣлана въ мѣстѣ, гдѣ коса была наиболѣе широка, и что она соединилась съ главнымъ русломъ.



0/3 б.

0/4

0/5

0/6

0/7

0/8

0/9



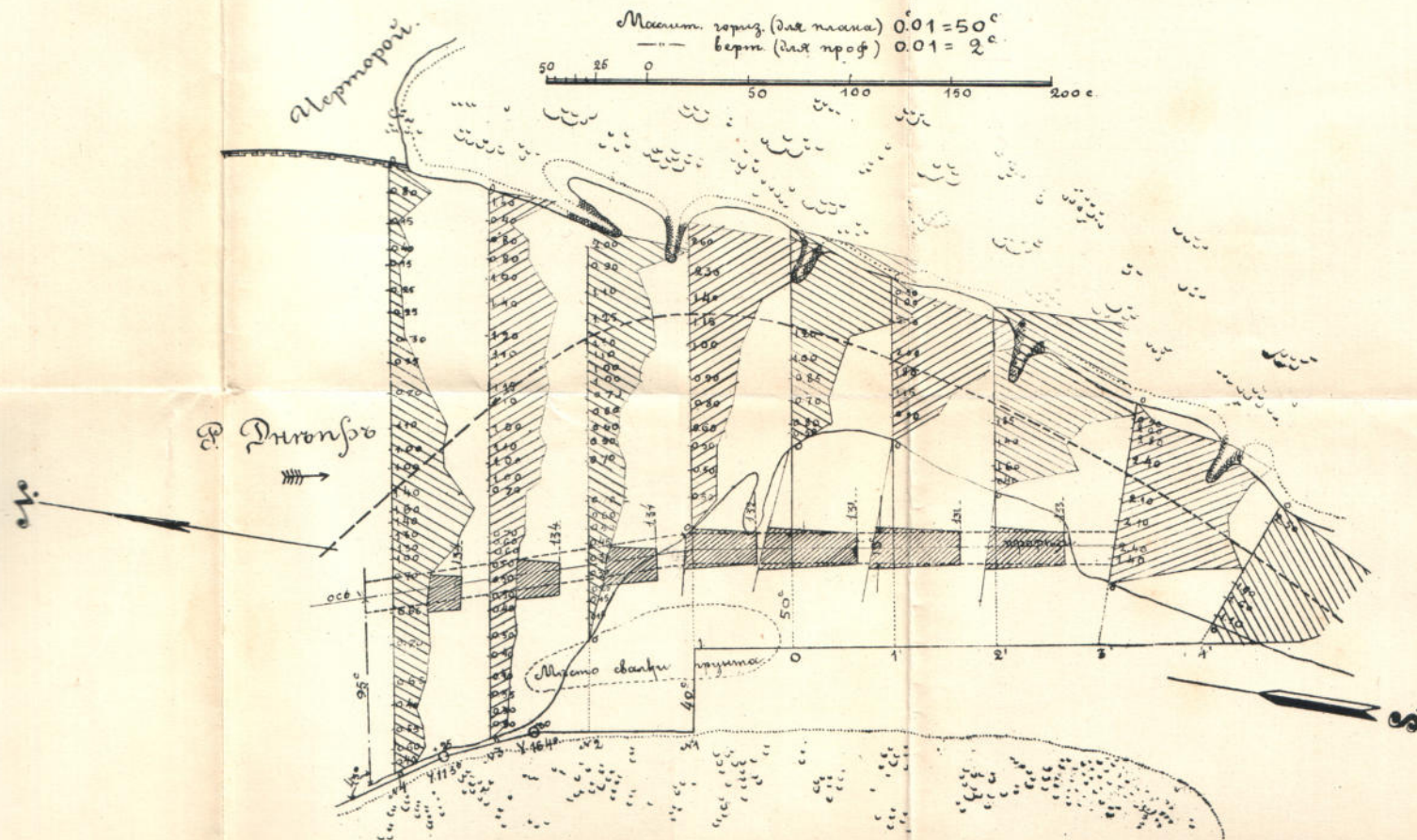
проф. 9/9 6.

Світлопечать С. В. Кульженко, Київ.

Писмо

части р. Днѣпра у истока Чертороя близ
г. Кіева на мѣстѣ работы землерасательницы
„Днѣпровскія 2^{ая}“ въ 1901 г.

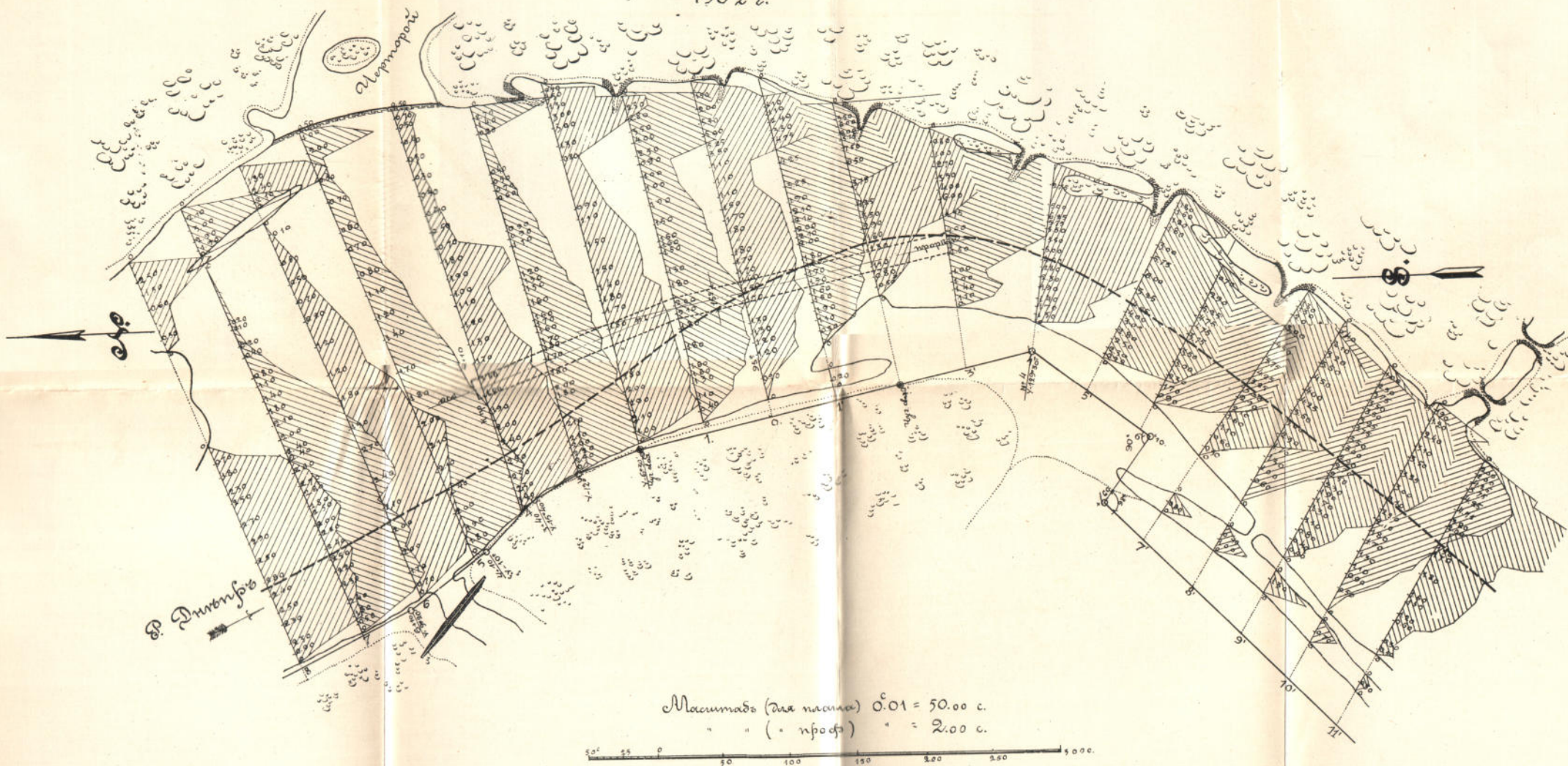
Отметки глубины нанесены по рабочему гориз. - 088 по рейке Шко-
лаевского цытного моста 30 Октября.



Планъ

участки р. Днѣпра у истока Чертороя близъ г. Кіева на листѣ работъ землеустроительницы
"Днѣпровская 2-я" въ 1901 г. по повторнымъ изысканіямъ 26 июня 1902 года.

Отметки глубины нанесены по работ. гориз. +001
по рейку Николаевского цѣпного моста 26 июня
1902 г.



Планъ

части р. Днѣпра у истока Черторая близъ к. Киева на ивѣ работы земле-
мернаго участка „Дѣлоробская 2^я въ 1902 г., по повтор. изысканіямъ 27 Октября
того-же года.~

Отметки глубины нанесены по рабочему горизонту - 0.27
по рейку Шлиссельбургского устьного моста.

